

Desempenho de híbridos de milho safrinha em função de fontes de ureia na adubação de cobertura

Gabriel Wiest¹

Cassiano Spaziani Pereira²

Ivan Vilela Andrade Fiorini³

Mateus Emanuel Schoffen⁴

Helcio Duarte Pereira⁵

Adriano Alves da Silva⁶

Resumo

O nitrogênio é o elemento mais demandado pela cultura do milho e também o que sofre as maiores perdas devido a seu manejo inadequado, principalmente quando se utiliza a ureia como fonte do elemento. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de fontes de ureia, com ou sem inibidor de urease, na adubação de cobertura de híbridos comerciais em milho safrinha em Sinop/MT. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 5, com três repetições. O primeiro fator consistiu em três adubações de cobertura: testemunha (sem aplicação de adubo); adubação com 250 kg ha⁻¹ de ureia e adubação com 250 kg ha⁻¹ de ureia com a presença do inibidor de urease (UREMAX[®]) NBPT. O segundo fator foram cinco híbridos de milho: 2B433, DKB255, DKB335, NS45 e o SYN522. Avaliaram-se características de desenvolvimento vegetativo e de produtividade. As fontes de nitrogênio não afetam a altura de plantas, diâmetro de colmo e índice de área foliar, apenas o teor de clorofila nas folhas. Para os componentes de produtividade, há efeitos das adubações no número de fileiras de grãos e na produtividade. Os híbridos diferem entre si nas características de desenvolvimento vegetativo e de produtividade. A aplicação em cobertura de nitrogênio, nas condições do estudo e utilizando como fonte ureia com inibidor de urease, aumentou a eficiência da adubação e elevou a produtividade nos híbridos de milho. Os híbridos DKB 255, 2B433 e SYN 522, com o tratamento com UREMAX[®], atingiram as maiores produtividades.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Clorofila. Área foliar. Volatilização. Componentes de produtividade.

1 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Campus Sinop, ICAA-Instituto de Ciências Agrárias e Ambiental. Engenheiro Agrônomo. gabrielwiest@yahoo.com.br. Av. Alexandre Ferronato nº 1200, distrito Industrial. Sinop - MT

2 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Campus Sinop, ICAA-Instituto de Ciências Agrárias e Ambiental. Professor associado. caspaziani@yahoo.com.br.

3 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Campus Sinop, ICAA-Instituto de Ciências Agrárias e Ambiental. Pós doutor. ivanvaf@yahoo.com.br

4 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Campus Sinop, ICAA-Instituto de Ciências Agrárias e Ambiental. Engenheiro Agrônomo. Mateusschoffen2@hotmail.com

5 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Campus Sinop, ICAA-Instituto de Ciências Agrárias e Ambiental. Doutorado em Genética pela UFV. hhelciopassos@yahoo.com.br.

6 Centro Universitário de Formiga (UNIFOR), Formiga – MG. Professor efetivo. adrianoas@msn.com.

Introdução

O milho segunda safra no estado de Mato Grosso é de suma importância para a produção do grão em todo país. Na safra de 2018/2019, a produção atingiu 29.767 mil toneladas de milho no estado, representando em torno de 50 % da produção em segunda safra do Brasil. Na safra 2019/2020, a participação de Mato Grosso na produção de milho teve um grande incremento, algo estimado em 31.144,50 mil toneladas, aumento de 8 % na área cultivada e de 18,2 % na produtividade, favorecida pela estação chuvosa regular, a qual possibilitou uma janela maior na semeadura e um pleno desenvolvimento da planta (CONAB, 2019).

A época da semeadura do milho em segunda safra ocorre entre os meses de janeiro e março, sendo dependente do planejamento da cultura anterior. Por ser uma espécie C4, o milho é mais eficiente na produção de carboidratos que serão utilizados na produção de grão. Porém alguns fatores influenciam a produtividade, como híbrido, adubação, tipo de solo, fatores climáticos, incidência de pragas e manejo adotado (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

A fertilidade do solo é um fator limitante na produtividade do milho, havendo uma relação linear entre produtividade e extração de elementos. Os nutrientes mais exigidos pelo milho são nitrogênio (N) e potássio (K), seguido do cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P) (COELHO; RESENDE, 2008).

Na fase inicial de desenvolvimento do milho, ocorre cerca de 20 % a 30 % da extração total dos nutrientes, com uma evolução gradual até o estágio de pendramento, que delimita o fim de absorção para N, P, K e Mg. Para haver resposta na produtividade, é necessário adubar o milho nos primeiros 30 dias após a germinação, quando, além de ser a época correta para a planta, há mais facilidade na operação do maquinário entre as linhas da cultura (RESENDE *et al.*, 2018).

O principal nutriente na composição do milho é o N, cuja principal fonte de fertilizante é a ureia. De todo N absorvido pelo milho, cerca de 75 % é translocado para o grão, portanto envolvido diretamente com o peso de grão. A falta do nutriente afeta o número de grãos e o tamanho da espiga (IFA, 2016).

As formas estáveis de N no solo e absorvidas pelas plantas são o amônio (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-). A ureia, ao entrar em contato com a enzima urease, sofre a quebra de moléculas, transformando o N em amônia, composto volátil, possibilitando a ocorrência de perda por volatilização, ocasionando perdas de até 22 % de todo o N aplicado ao solo na cultura do arroz (SCIVITTARO *et al.*, 2010).

No sistema de plantio direto, a perda da ureia é maior, pois nesse sistema existe maior quantidade da enzima urease e o contato do fertilizante diretamente com o solo é menor, diminuindo a absorção de amônio. Com o intuito de evitar as perdas por volatilização, tem-se buscado alternativas, entre elas a aplicação de ureia protegida com polímeros, outras fontes de N como sulfato de amônio e ureia com inibidor da urease (NBPT). Esses adubos podem ser utilizados na mistura de formulados, estabelecendo ao final do processo de formulação a composição de “ureia + sulfato de amônio + ureia de protegida”, formando uma quantidade adequada de N, com diferentes períodos de liberação do nutriente, amenizando as perdas (TASCA *et al.*, 2011).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de fontes de ureia, com ou sem inibidor de urease, na fertilização em cobertura de híbridos comerciais de milho na segunda safra em Sinop/MT.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a junho de 2019, em área comercial de coordenadas (11°37'38" S e 55°26'38" W) próximo a BR-163, na região da gleba “Mercedes”, no

município de Sinop/MT. A altitude do local é de 380 metros e o clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Am, com pluviosidade média anual de 2.000 mm e temperatura média anual de 25 °C, tendo duas estações bem definidas, sendo chuvosa de outubro a abril e seca de maio a setembro (SOUZA *et al.*, 2013).

Antes de realizar o preparo da área e semeadura, realizou-se uma amostragem de solo na profundidade de 0-20 cm, coletando-se cinco amostras simples, que constituíram uma amostra composta. Após a coleta, a amostra foi enviada para um laboratório de análise de solo credenciado para realização de análises químicas e físicas do solo, foram obtidos os seguintes resultados: pH (H₂O): 5,8; pH (CaCl₂): 5,1; P: 32,82 mg dm⁻³; K: 68 mg/dm³; K: 0,07 cmol dm³; Ca: 4,10 cmol dm³; Mg: 0,6 cmol dm³; Al: 0 cmol dm³; H: 4,13 cmol dm³; H+Al: 4,13 cmol dm³; M.O.: 21,74 g dm⁻³, Soma de Bases: 4,77 cmol dm³; CTC a pH 7,0: 8,9 cmol dm³; V%: 53,63; Ca Mg: 6,87; Ca K: 58, 63; Mg K: 8,53; Ca+Mg/K: 67,16; Areia: 729 g dm³; Silte: 32 gm dm³; Argila: 239 gm dm³. Com base nesses resultados, o solo apresenta textura média, teor alto de P e teores adequados de K, Ca e Mg (SOUZA; LOBATO, 2004). O solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (SANTOS *et al.*, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 5, com 3 repetições, totalizando 15 tratamentos e 45 unidades experimentais. O primeiro fator, com três níveis de adubações de cobertura, foi: testemunha (sem a aplicação de adubo); adubação com 250 kg ha⁻¹ do formulado 25-00-18, sem a presença de inibidor de urease; adubação de cobertura com 250 kg ha⁻¹ do formulado 25-00-18, com o uso do inibidor de urease [N-(nbutil) triamida tiofosfórica – NBPT)], nome comercial UREMAX®. A adubação potássica foi uniformizada em todas as parcelas. O segundo fator foram os cinco híbridos de milho, sendo: 2B433, DKB255, DKB335, NS45 e o SYN522.

As parcelas foram constituídas por cinco linhas de semeadura, de cinco metros de comprimento, totalizando 12,5 m². A área útil da parcela foi constituída pelos quatro metros centrais das linhas, excluindo-se 0,5 m das extremidades de três linhas centrais, uma vez que as duas linhas laterais foram consideradas bordadura, totalizando 8 m² de parcela útil.

A área do experimento foi aberta há mais de dez anos e vem passando pela sucessão soja/milho desde então, no sistema de cultivo mínimo, uma vez que o produtor não realiza nenhum tipo de movimentação do solo. A semeadura do experimento foi realizada no dia 8 de fevereiro de 2019, semeando uma população final com intuito de obter 60.000 plantas ha⁻¹ com espaçamento de 0,5 m entre linhas. Na semeadura foi realizada uma adubação com 200 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20, correspondendo a 40 kg de N e 40 kg de K₂O. A aplicação da adubação de cobertura foi feita utilizando o formulado 25-00-18, composto por 282 kg de sulfato de amônio, 418 kg de ureia e 300 kg de K em 1.000 kg de formulado e o formulado 25-00-18 MAIZ® composto por 278 kg de sulfato de amônio, 420 kg de ureia, 300 kg de K e 2 kg de UREMAX®. A adubação potássica foi corrigida em todos os tratamentos com KCl. Toda adubação de cobertura foi aplicada no estágio vegetativo V4 (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003).

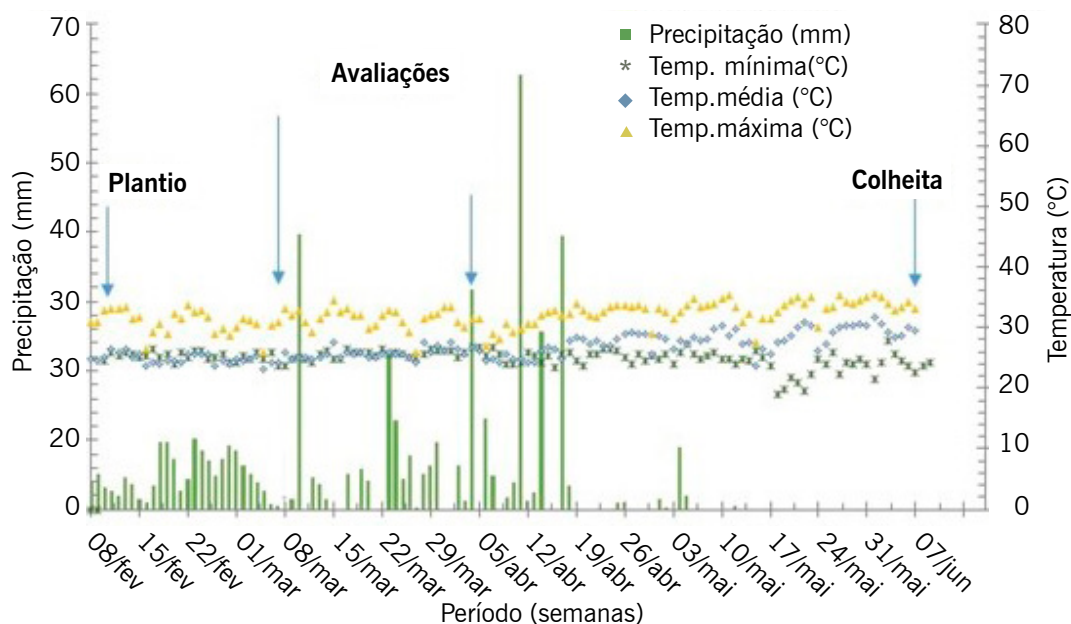
No dia da semeadura, realizou-se uma aplicação do herbicida glifosato, usando o produto Roundup WG® na dose de 1,5 kg ha⁻¹ e uma aplicação de fungicida à base de epoxiconazol 160 g L⁻¹ e piraclostrobina 260 g L⁻¹, na dose de 0,250 L ha⁻¹.

Os dados meteorológicos referentes à precipitação, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima foram obtidos por meio da estação da UFMT de Sinop, no período compreendido entre 8 de fevereiro até o dia 7 de junho de 2019, período em que os híbridos permaneceram em campo (FIGURA 1).

As primeiras avaliações realizadas no experimento foram no início do período reprodutivo, no estágio reprodutivo R2 (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003), no dia 1º de abril de 2019 em seis

plantas representativas das parcelas. Determinou-se a altura das plantas (ALT) em metros com o auxílio de uma trena graduada, obtendo-se as medidas a partir do colo da planta, do solo até a folha bandeira. O diâmetro de colmo (DC) foi obtido com auxílio de um paquímetro, medindo o diâmetro em milímetros das plantas 5 cm acima do solo. Para a obtenção do índice de área foliar (IAF) em metros quadrados, foram retiradas, o mais próximo do solo possível, 4 plantas por parcela. Após a retirada, as plantas foram levadas ao Viveiro da UFMT e com o auxílio de um integrador de área foliar LICOR® modelo LI-3010, determinou-se o índice de área foliar. Para a avaliação do índice de clorofila total das folhas (CLO), coletaram-se os valores, com o auxílio de um clorofilômetro manual ClorofiLOG® (modelo CFL-1030) da empresa Falker, que estima o teor de clorofila de forma indireta, por meio da leitura de unidades Soil Plant Analysis Development (SPAD), tomando-se os dados da folha oposta e abaixo da espiga superior. As leituras SPAD efetuadas pelos clorofilômetros indicam valores proporcionais de clorofila na folha e são calculadas com base na quantidade de luz transmitida e absorvida por meio da folha em dois comprimentos de ondas com distintas absorbâncias de clorofila (ARGENTA *et al.*, 2001).

Figura 1 – Dados de temperatura e precipitação durante o período do experimento de 08 fevereiro a 07 de junho de 2019. Dados obtidos da estação meteorológica UFMT Sinop/MT.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A colheita foi realizada manualmente, no dia 7 de junho de 2019, quando os grãos estavam com aproximadamente 160 g kg^{-1} de umidade e as espigas encontravam-se no estágio reprodutivo R6 (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003). Como caráter morfológico para a colheita, observou-se a formação da camada negra. A debulha dos grãos ocorreu em uma debulhadeira manual de milho marca Bottini®. Após a debulha, para padronizar as determinações de produtividade, os grãos de milho tiveram a umidade corrigida para 130 g kg^{-1} de água e o teor de água inicial dos grãos determinado pelo método direto, em estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de $105 \text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Após a debulha, com os grãos de todas as espigas, determinou-se a produtividade de grãos em kg parcela^{-1} em balança Filizolla®, posteriormente convertida em kg ha^{-1} . Para os componentes de produtividade avaliados neste trabalho foram utilizadas 6 espigas representativas de cada parcela, antes da debulha, das quais avaliaram-se: número de fileiras de grãos (NFG) e número de grãos por fileira (NGF) mediante

contagem. Posteriormente as parcelas foram debulhadas com auxílio de um debulhador manual com posterior contagem e obtenção da massa de mil grãos (M1000).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste F, com o auxílio do software SISVAR® (FERREIRA, 2011). Após o teste F ($p > 0,05$) da análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott (SCOTT; KNOTT, 1974).

Resultados e discussão

A precipitação ocorrida no intervalo de 120 dias em que a cultura esteve em campo foi de 495,8 mm de chuva, divididos nos meses de: fevereiro 112,2 mm, março 170,8 mm, abril 199,6 mm e maio 13,2 mm, não havendo precipitação no final de maio e início de junho (FIGURA 1). As precipitações e as temperaturas ocorridas durante o ciclo da cultura favoreceram altas produtividades, não havendo stress hídrico e não sendo um fator limitante para produtividade. De acordo com Ritchie, Hanway e Benson (2003), no momento da definição do número de óvulos e do tamanho da espiga (estádio V12), as deficiências de umidade e nutrientes podem reduzir seriamente o número potencial de sementes e o tamanho das espigas, conseqüentemente, a produtividade de grãos. Segundo Albuquerque e Resende (2010), híbridos de ciclo médio, com objetivo de produção de grãos, consomem de 380 mm a 550 mm de água durante seu ciclo.

As características do crescimento e desenvolvimento do milho, como a altura de plantas, área foliar, diâmetro de colmo e clorofila, apresentaram diferenças entre os híbridos (TABELA 1).

Tabela 1 – Médias das variáveis altura de plantas (ALT) em metros, índice de clorofila total Falker® (CLO), diâmetro de colmo (DC) em milímetros e índice de área foliar (IAF) em metros quadrados dos híbridos de milho.

| Híbridos | Variáveis analisadas | | | |
|----------|----------------------|---------------|---------|-----------------------|
| | ALT (m) | CLO (Falker®) | DC (mm) | IAF (m ²) |
| Syn 522 | 1,76 b | 55,52 a | 21,26 a | 0,9610 a |
| NS45 | 1,97 a | 54,64 a | 22,08 a | 1,1200 a |
| 2B433 | 1,90 a | 53,76 a | 21,53 a | 0,9981 a |
| DKB 255 | 1,99 a | 52,58 a | 20,81 a | 1,0026 a |
| DKB 335 | 1,83 b | 47,35 b | 19,44 b | 0,8395 b |
| C.V.(%) | 5,35 | 4,07 | 5,35 | 10,36 |

*As médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste de Scott-Knott (1974).

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Para a altura de plantas, os híbridos NS 45, 2B433 e DKB 255 alcançaram os maiores valores em relação aos demais, independentemente das adubações. Segundo Lucas (2016), a altura de planta está diretamente ligada ao rendimento de grão, indicando que quanto maior a altura da planta, maior a produtividade de grãos, corroborando o resultado dos híbridos NS 45 e DKB 255, que apresentaram maior altura e elevada produtividade.

Os índices de clorofila total no estágio de florescimento obtidos neste estudo variaram de 47,35 a 55,52 entre os híbridos, em que o híbrido DKB 335 apresentou o menor valor em relação aos demais. O valor médio do índice de clorofila total ClorofiLOG® foi de 53 unidades SPAD, semelhante ao obtido por outros autores no estágio de florescimento R2 da cultura do milho (ARGENTA *et al.*, 2001; AMARAL FILHO *et al.*, 2005; FIORINI *et al.*, 2017). Os clorofilômetros fornecem uma medida rápida

e prática para monitorar com eficiência o teor de N nos tecidos foliares, sendo eficiente parâmetro para se inferir sobre o status nutricional das culturas (ARGENTA *et al.*, 2001).

O diâmetro de colmo variou de 19,84 mm a 22,08 mm, em que o híbrido DKB 335 apresentou o menor valor em relação aos demais. O diâmetro de colmo é de suma importância para o milho, pois é onde ficam acumulados os açúcares que no período reprodutivo são translocados para os órgãos reprodutivos e posteriormente para o enchimento de grãos da espiga (MAGALHÃES *et al.*, 2002). O índice de área foliar variou de 0,8395 m² a 1,1200 m², em que o híbrido DKB 335 apresentou o menor valor em relação aos demais híbridos.

As características altura de plantas, diâmetro de colmo e área foliar não apresentaram diferenças quando analisadas as fontes de adubações de cobertura, somente o índice de clorofila total mostrou diferenças significativas (TABELA 2). Esses resultados colaboram com Civardi *et al.* (2011), que verificaram que esses fatores não tiveram influência com a aplicação de ureia. Adição de N em cobertura com ureia ou uremax aumentou os teores do índice de clorofila total. Rodrigues *et al.* (2018) também verificaram diferença em plantas de tratamento com e sem aplicação de ureia, confirmando o preceito de que a aplicação de N em cobertura é essencial, independentemente da fonte. Ainda segundo os autores, apesar de os valores serem maiores com aplicação de inibidores de urease, não houve diferença significativa, resultado distinto do encontrado no presente trabalho, que os teores de clorofila foram de maiores valores com a aplicação de Uremax[®].

As médias dos componentes da produtividade como o número de grãos por fileira, número de fileiras de grãos, massa de mil grãos e produtividade de grãos diferenciaram-se entre os híbridos de milho (TABELA 3).

Tabela 2 – Médias das variáveis altura de plantas (ALT) em metros, índice de clorofila total Falker[®] (CLO), diâmetro de colmo (DC) em milímetros e área foliar (AF) em metros quadrados em função de fontes de aplicação de N em cobertura no milho.

| Fontes de N | Variáveis analisadas | | | |
|---------------------|----------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| | ALT (m) | CLO (Falker [®]) | DC (mm) | IAF (m ²) |
| Sem N | 1,84 a | 49,54 c | 20,64 a | 0,9319 a |
| Ureia | 1,91 a | 53,46 b | 20,97 a | 1,0043 a |
| Uremax [®] | 1,92 a | 55,30 a | 21,45 a | 1,0165 a |
| C.V.(%) | 5,35 | 4,07 | 7,36 | 10,36 |

*As médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Tabela 3 – Médias das variáveis número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras de grãos (NFG), massa de mil grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD) nos híbridos de milho.

| Híbridos | Variáveis analisadas | | | |
|----------|----------------------|---------|-----------|-----------------------------|
| | NGF | NFG | M1000 (g) | PROD (kg ha ⁻¹) |
| 2B433 | 32,83 c | 16,24 a | 334,65 b | 7.211,35 b |
| DKB255 | 29,58 d | 16,20 a | 363,55 a | 8.583,61 a |
| DKB335 | 32,10 c | 15,44 b | 325,53 b | 7.881,79 a |
| NS45 | 36,51 a | 15,24 b | 332,90 b | 8.011,31 a |
| SYN522 | 34,28 b | 15,11 b | 322,45 b | 6.843,55 b |

*As médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O número de grãos por fileira variou de 32,83 a 36,51 e o híbrido NS45 apresentou o maior valor em relação aos demais híbridos, estando este resultado intimamente relacionado com a maior quantidade de grãos na espiga. Verifica-se que os híbridos DKB 255 e 2B433 atingiram os maiores valores de número de fileiras de grãos, levando a entender que o aproveitamento de N nesses híbridos foi mais eficiente com relação aos outros. Quando ocorre suprimento insuficiente de N durante o estágio de diferenciação floral, pode ocorrer redução no número de óvulos nos primórdios da espiga e diminuição da quantidade de grãos formados, além disso, uma deficiência dos nutrientes boro e cálcio pode ocasionar perdas na polinização, pois são os elementos fundamentais na composição do estilo estigma (ERNANI *et al.*, 2005).

Para a massa de mil grãos, o híbrido DKB 255 foi superior aos demais com 363,55 g, bem como elevadas médias para a produtividade de grãos com 8.583,61 kg ha⁻¹ (139,99 sacas ha⁻¹). Em virtude disso, é provável que o DKB 255 possui maior extração e aproveitamento de N. A massa de mil grãos é importante por ser um fator direto para indicar e explicar a produtividade, demonstrando qual tratamento teve maior relevância para enchimento de grão, pois cerca de 75 % do N absorvido é translocado para o grão (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003), mas esse fator é dependente da extração e exportação para o grão. As produtividades de grãos dos híbridos de milho foram superiores para os híbridos DKB255, NS 45 e o DKB335 em relação aos demais com médias de 8.583,61; 8.011,31 e 7.881,79, respectivamente.

Em relação às fontes de N em cobertura, houve diferenças significativas para o número de fileiras de grãos e para a produtividade de grãos, em que a fonte Uremax® foi superior à ureia convencional e ao controle sem N em cobertura com 338 g e 8424,35 kg ha⁻¹, respectivamente. Para o número de grãos por fileira e massa de mil grãos, não houve diferenças significativas entre as fontes de N na cobertura (TABELA 4).

Tabela 4 – Médias das variáveis número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras de grãos (NFG), massa de mil grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD) dos híbridos de milho.

| Fontes de N | Variáveis analisadas | | | |
|-------------|----------------------|---------|-----------|-----------------------------|
| | NGF | NFG | M1000 (g) | PROD (kg ha ⁻¹) |
| Uremax® | 32,68 a | 16,05 a | 338,82 a | 8.424,35 a |
| Ureia | 33,58 a | 15,58 b | 337,59 a | 7.703,55 b |
| Sem N | 32,92 a | 15,30 b | 331,05 a | 6.991,07 c |
| C.V.(%) | 5,60 | 4,42 | 4,62 | 11,68 |

*As médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Segundo Sousa *et al.* (2017), a aplicação de ureia revestida propicia aumento no número de fileiras por espiga na ordem de 1,9 % em relação ao uso de ureia convencional, dados que corroboram o presente trabalho. Essa característica é definida no estágio V8 e evidencia uma possível diminuição na perda de N, disponibilizando esse elemento, o que resulta no incremento no número de fileiras (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003; CARMO *et al.*, 2012). Como neste experimento a aplicação de N ocorreu em V8, possivelmente, por este motivo a formação do número de grãos por fileira não foi influenciada. Para produtividade as diferenças entre híbridos ocorreram pois existe diferença na necessidade de teores de N foliares entre eles, justificando a diferença entre os híbridos (FORNASIERE FILHO, 2007).

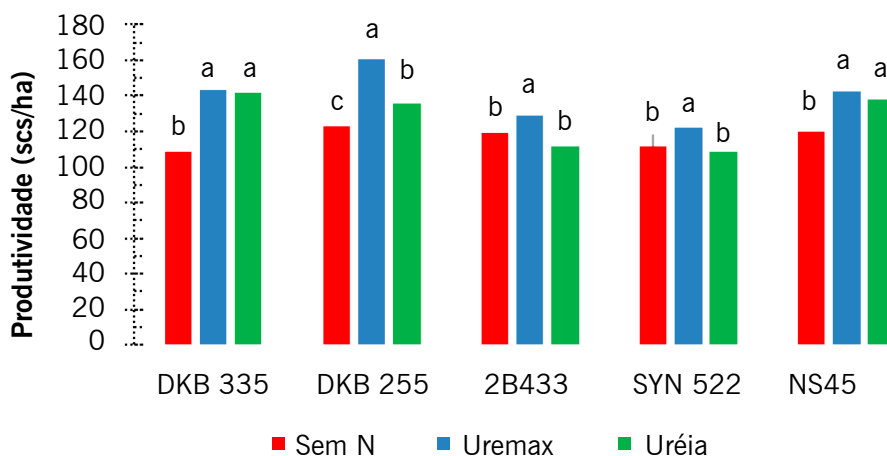
Kappes e Silva (2016) obtiveram valores de incremento médio de 7,6 % na produtividade de grãos com a aplicação de N, em relação ao tratamento sem aplicação de N em cobertura, da ureia utilizada. Kappes *et al.* (2009) observaram aumento significativo na produtividade do milho com aplicação de 70 kg ha⁻¹ de N, independentemente da fonte utilizada.

Rodrigues *et al.* (2018) verificaram que a aplicação de ureia é benéfica para a cultura do milho mesmo em anos de condições climáticas favoráveis, gerando ganhos de 31 % na produtividade de grãos no tratamento com ureia e inibidor da urease, Super N®. Assim como as condições climáticas citadas anteriormente favoreceram o desenvolvimento do milho no presente experimento, é perceptível também a alta produtividade da testemunha, devendo-se ressaltar que foi aplicado 40 kg ha⁻¹ de N na semeadura apesar de não ter realizado a cobertura, sendo que sua produção está dentro dos valores médios com aplicação de N em cobertura (RESENDE *et al.*, 2018).

Analisando os desdobramentos das interações significativas, verifica-se que híbridos responderam de forma diferente a aplicação de inibidor de urease, mas todos tiveram ganhos de produtividade em comparação com o tratamento sem adubação de cobertura. A ureia proporcionou valores semelhantes à ureia tratada nos tratamentos com os híbridos NS 45 e DKB 335. Mota *et al.* (2015) relataram que as diferentes fontes de ureia não interferiram estatisticamente no rendimento de grãos, mas os dois híbridos citados obtiveram uma grande produtividade final, demonstrando-se altamente responsivos à adubação de cobertura, independentemente da fonte.

Frazão *et al.* (2014) constataram que a utilização de ureia tratada com aditivo NBPT alcançou um incremento de grãos de 13 sacas ha⁻¹ quando comparado à ureia comum, e uma elevação de 23 sacas ha⁻¹ em relação à testemunha, relatando a ocorrência de uma possível diminuição na perda de N por volatilização e uma conseqüente elevação dos teores de N disponíveis para as plantas. No presente trabalho, o híbrido DKB 255 atingiu os maiores valores de produtividade, na aplicação de ureia tratada com NBPT. O ganho em relação à ureia comum foi de 24 sacas ha⁻¹ e de 37 sacas ha⁻¹ comparado à testemunha (FIGURA 2).

Figura 2 – Médias dos híbridos para a variável produtividade em sacos ha⁻¹ em função da aplicação de fontes de N. Dentro de cada híbrido, as fontes seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O híbrido de maior destaque em produtividade foi o DKB 255, que atingiu 160 sacas ha⁻¹ (9.600 kg ha⁻¹) com adubação de cobertura na presença de UREMAX®, cerca de 31 % maior do que o tratamento sem ureia em cobertura e com ganhos de 18 % em relação à ureia (FIGURA 2). Essa diferença de produtividade ocorreu devido à provável redução nas taxas de volatilização da ureia, conforme Guelfi (2017), que verificou uma redução de 79 % na volatilização da ureia, quando tratada com o inibidor da urease. Deve-se atentar que dois dias após a realização das adubações em cobertura, 8 de março de 2019, ocorreu uma precipitação de 40 mm, facilitando a incorporação dos fertilizantes no solo e contribuindo para reduzir suas perdas.

Conclusões

A aplicação em cobertura de N nas condições do estudo, utilizando como fonte ureia com inibidor de urease, aumentou a eficiência da adubação e elevou a produtividade nos híbridos de milho no ano de 2019.

Os híbridos DKB 255, 2B433 e SYN 522, com o tratamento com Uremax® atingiram melhores resultados quando comparados com a aplicação de apenas ureia. O híbrido DKB 255 se destacou, atingindo maior média de produtividade.

Single-cross performance in off-season in function of urea sources on side-dressing fertilization

Abstract

Nitrogen is the most required element by the maize crop and suffers the greatest losses due to its inappropriate management, mainly when the urea is used as a source of nitrogen. The objective of this work was to evaluate the efficiency of urea sources, with or without urease inhibitor, in side-dress fertilization of commercial single-cross in off-season in Sinop/MT. The experimental design was completely randomized blocks, in factorial scheme 3 x 5, with 3 replications. The first factor was three side-dress fertilization: witness (without fertilizer); fertilization with 250 kg ha⁻¹ of urea and fertilization with 250 kg ha⁻¹ of urea in the presence of urease inhibitor (UREMAX®) NBPT. The second factor was five single-crosses: 2B433, DKB255, DKB335, NS45, and SYN522. Vegetative development and yield characteristics were evaluated. The Nitrogen sources did not affect the plant height, stem diameter, and foliar area index, only the chlorophyll content in the leaves. For the yield components, there is an effect of fertilization on the number of grain rows and grain yield. The single-crosses differ among them in vegetative development and yield characteristics. The Nitrogen in side-dress, in the conditions of this study, using the urea with urease inhibitor, increased the fertilization efficiency and raised the grain yield. The single-crosses DKB 255, 2B433, and SYN 522, with the treatment based on UREMAX®, reached the highest yield.

Keywords: *Zea mays* L. Chlorophyll. Foliar area. Volatilization. Yield components.

Referências

- ALBUQUERQUE, P. E. P.; RESENDE, M. **Cultivo do milho: manejo de irrigação**. 2010. Disponível em: <https://goo.gl/tn2uNQ>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 29, n. 1, p. 467-473, 2005.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, p. 11, 2014.
- CARMO, M. S.; CRUZ, S. C. S.; SOUZA, E. J. de; CAMPOS, L. F. C.; MACHADO, C. G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 223-231, 2012.
- CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A. N. D.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E. Uréia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.
- COELHO, A. M.; RESENDE, Á. V. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Oitavo levantamento**. 8 ed. Brasília, 2019.
- ERNANI, P. R.; SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. A forma de aplicação da uréia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 360-365, 2005.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.
- FIORINI, I. V. A.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, H. D.; PIRES, L. P. M.; FIORINI, F. V. A. E RESENDE, E. L. Dry matter accumulation, chlorophyll and sulfur leaf in corn fertilized with different sulfur sources. **Journal Bioenergy and Food Science**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2017.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.
- FRAZÃO, J. J.; SILVA, Á. R. D.; SILVA, V. L. D.; OLIVEIRA, V. A.; CORRÊA, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 12, p. 1262-1267, 2014.

GUELF, D. Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada. **Informações agronômicas IPNI**, v. 157, n. 19, p. 1–32, 2017.

IFA - International Fertilizer Industry Association. **Nutrient Management Handbook**, 2016. Disponível em: <http://www.fertilizer.org/>. Acesso em: 20 maio 2019.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C. de; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. da. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.

KAPPES, C.; SILVA, R. G. Fontes e doses de nitrogênio no cultivo do milho safrinha em sucessão à soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23, p. 646–659, 2016.

LUCAS, F. T. **Efeitos da ureia com inibidores de nitrificação e urease na cultura do milho**. 2016. 60 f. Tese (Doutor em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista – UNESP *Campus* de Jaboticabal, 2016.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 22. 23 p. 2002.

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 512–522, 2015.

RESENDE, A. V.; BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M. M.; ABREU, S. C.; SANTOS, F. C. dos; COELHO, A. M. Manejo de nutrientes no cultivo de milho segunda safra na região do cerrado. **Revista Plantio Direto**, v. 166, 2018.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações agronômicas**, v. 103, p. 1-19, 2003.

RODRIGUES, F. J.; BARCAROL, M. A.; ADAMS, C. R.; KLEIN, C.; BERWANGER, A. L. Eficiência agrônômica da cultura do milho sob diferentes fontes de nitrogênio em cobertura. **Uniciências**, v. 22, n. 2, p. 66, 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SCIVITTARO, B. W.; GONÇALVES, D. R. N.; VALE, M. L. C do; RICORDI, V. G. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e resposta do arroz irrigado à aplicação de ureia tratada com o inibidor de urease NBPT. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1283-1289, jun., 2010.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, p. 507-512, 1974.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E., eds. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, C. C.; ALMEIDA, F. T., PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, p. 34-43, 2013.

SOUZA, D. S.; LIMA, S. F.; CADORE, E.; DAVID, C. H. O.; SANTOS, O. F. Aplicação de ureia revestida e produtos foliares no milho safrinha. **Nucleus**, v. 14, n. 1, 2017.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, 2011.

Submetido: 16/03/2020

Aceito: 09/07/2020